

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 1 2 月 9 日
Date of Application:

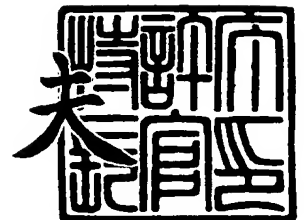
出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 3 5 6 5 9 3
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 3 5 6 5 9 3]

出 願 人 株式会社ソキア
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 0 月 1 7 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 8 5 8 3 2

【書類名】 特許願

【整理番号】 980425

【提出日】 平成14年12月 9日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G01D 5/36

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県厚木市長谷 2 6 0 - 6 3 株式会社ソキア 厚
 木工場内

 【氏名】 中村 豊

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県厚木市長谷 2 6 0 - 6 3 株式会社ソキア 厚
 木工場内

 【氏名】 弥延 聡

【特許出願人】

 【識別番号】 000148623

 【住所又は居所】 神奈川県厚木市長谷 2 6 0 番地 6 3

 【氏名又は名称】 株式会社ソキア

【代理人】

 【識別番号】 100060025

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 北村 欣一

 【電話番号】 03-3503-7811

【選任した代理人】

 【識別番号】 100099287

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 吉岡 正志

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 012449

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0107718

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ロータリエンコーダ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 固定部と、該固定部に対して回転可能な回転部と、該回転部の所定の基準位置からの回転角度を検出する角度検出手段と、該検出された検出角度を出力する出力手段とを備えたロータリエンコーダにおいて、上記回転部を回転させて上記角度検出手段が所定角度 θ_s ($\theta_s \geq$ 出力分解能) の整数倍の角度 $\theta_n = n \times \theta_s$ ($n = 1, 2, \dots, N$ (但し、 $N \times \theta_s = 360^\circ$)) を検出するときに検出角度 θ_n に含まれる角度誤差 $E(\theta_n)$ を計測し、これら検出角度 θ_n と誤差 $E(\theta_n)$ とに関し、すべての n について、次式

【数 1】

$$E(\theta_n) = \sum_{i=1}^{N/2} A_i \cdot \sin(i\theta_n + \phi_i)$$

を定義し、該定義された全ての式を満たすように、振幅 A_i 及び初期位相 ϕ_i ($i = 1, 2, \dots, N/2$ 又は $(N-1)/2$) を算出し、該算出した振幅 A_i 及び初期位相 ϕ_i を係数とする検出角度 θ の周期関数である次式の誤差関数

【数 2】

$$E(\theta) = \sum_{i=1}^{N/2} A_i \cdot \sin(i\theta + \phi_i)$$

を記憶する記憶手段を設け、該記憶手段で記憶した上記誤差関数 $E(\theta)$ の式に上記角度検出手段で検出した検出角度 θ を代入し、代入によって得られた値 $E(\theta)$ を検出角度 θ から減算した値を上記出力手段で出力することを特徴とするロータリエンコーダ。

【請求項 2】 固定部と、該固定部に対して回転可能な回転部と、該回転部の所定の基準位置からの回転角度を検出する角度検出手段と、該検出された検出

角度を出力する出力手段とを備えたロータリエンコーダにおいて、上記回転部を回転させて上記角度検出手段が所定角度 θ_s ($\theta_s \geq$ 出力分解能) の整数倍の角度 $\theta_n = n \times \theta_s$ ($n = 1, 2, \dots, N$ (但し、 $N \times \theta_s = 360^\circ$)) を検出するときに検出角度 θ_n に含まれる誤差 $E(\theta_n)$ を計測し、これら検出角度 θ_n と誤差 $E(\theta_n)$ とのすべての n についての組み合わせについて、次式

【数 3】

$$E(\theta_n) = \sum_{i=1}^{N/2} A_i \cdot \sin(i\theta_n + \phi_i)$$

を定義、該定義されたすべての式を満たすように、振幅 A_i 及び初期位相 ϕ_i ($i = 1, 2, \dots, N/2$ 又は $(N-1)/2$) を算出し、該算出した振幅 A_i 及び初期位相 ϕ_i のうち 1 個以上の振幅 $A_{k1}, A_{k2}, \dots, A_{km}$ 及び初期位相 $\phi_{k1}, \phi_{k2}, \dots, \phi_{km}$ ($k1, k2, \dots, km$ は 1 から $N/2$ 又は $(N-1)/2$ までの自然数のうちの 1 個以上の数) を係数とする検出角度 θ の周期関数である次式の誤差関数

【数 4】

$$E(\theta) = \sum_{i=1}^m A_{ki} \cdot \sin(k_i\theta + \phi_{ki})$$

を記憶する記憶手段を設け、該記憶手段で記憶した上記誤差関数 $E(\theta)$ の式に上記角度検出手段で検出した検出角度 θ を代入し、代入によって得られた値 $E(\theta)$ を検出角度 θ から減算した値を上記出力手段で出力することを特徴とするロータリエンコーダ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、回転部の固定部に対する回転角度を検出するロータリエンコーダに

関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

この種のロータリエンコーダとして、目盛り盤（回転部）と、該目盛り盤に光を照射する発光部及び目盛り盤を透過した発光部からの光を受光する受光部（固定部）とを備え、該受光部が受光した光に応じて出力される信号に基づいて目盛り盤の回転角度を検出するロータリエンコーダが知られている。一般に、ロータリエンコーダでは、目盛り盤の中心が実際の回転中心から偏心している場合や、目盛り盤が回転軸に対して垂直になっていない場合には角度誤差が生じる。また、目盛り間隔の広狭、目盛り盤の全周を対象とする系統的なひずみ等の目盛り誤差の影響からも角度誤差を生じる。また、これらの誤差に対し、特許文献 1 には、コードパターンおよび受光素子を複数組円周上に略等間隔に配置し、これら誤差を取り除く技術が開示されている。

【0 0 0 3】

【特許文献 1】

特開平 6 - 3 1 3 7 1 9 号公報

【0 0 0 4】

【発明が解決しようとする課題】

上記従来のロータリエンコーダでは、偏心、目盛り盤の傾き等の影響による角度誤差等を小さくする為に、目盛り盤の中心位置及び傾きを調整するといった作業が必要であり、時間的コストが非常に過大なものとなっていた。また、目盛り誤差についてはハード面の調整でその誤差の影響を小さくすることが難しく、測量機等に用いられる場合、角度測定を複数回行い、それぞれの角度測定で読み取る目盛りの位置をずらし、その測定値の平均をとる（対回観測を行う）ことによって目盛り誤差の影響を小さくするしかなかった。また、コードパターンおよび受光素子を複数組円周上に略等間隔に配置し、これら誤差を取り除く技術のものはコストが高く、物理的に配置数に限界があり、これらを調整する時間がかかる問題点があった。

そこで本発明は、上記の問題点に鑑み、ハード面の調整を厳密に行わなくても測

角値から偏心等により生じる角度誤差を取り除くことができ、さらに、目盛り誤差をも取り除くことができるロータリエンコーダ（インクリメンタルエンコーダ及びアブソリュートエンコーダを含む）を提供することを課題とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために本発明は、固定部と、該固定部に対して回転可能な回転部と、該回転部の所定の基準位置からの回転角度を検出する角度検出手段と、該検出された検出角度を出力する出力手段とを備えたロータリエンコーダにおいて、上記回転部を回転させて上記角度検出手段が所定角度 θ_s ($\theta_s \geq$ 出力分解能) の整数倍の角度 $\theta_n = n \times \theta_s$ ($n = 1, 2, \dots, N$ (但し、 $N \times \theta_s = 360^\circ$)) を検出するときに検出角度 θ_n に含まれる角度誤差 $E(\theta_n)$ を計測し、これら検出角度 θ_n と誤差 $E(\theta_n)$ とに関し、すべての n について、次式

【0006】

【数5】

$$E(\theta_n) = \sum_{i=1}^{N/2} A_i \cdot \sin(i\theta_n + \phi_i)$$

【0007】

を定義し、該定義された全ての式を満たすように、振幅 A_i 及び初期位相 ϕ_i ($i = 1, 2, \dots, N/2$ 又は $(N-1)/2$) を算出し、該算出した振幅 A_i 及び初期位相 ϕ_i を係数とする検出角度 θ の周期関数である次式の誤差関数

【0008】

【数6】

$$E(\theta) = \sum_{i=1}^{N/2} A_i \cdot \sin(i\theta + \phi_i)$$

【0009】

を記憶する記憶手段を設け、該記憶手段で記憶した上記誤差関数 $E(\theta)$ の式に上記角度検出手段で検出した検出角度 θ を代入し、代入によって得られた値 $E(\theta)$ を検出角度 θ から減算した値を上記出力手段で出力することを特徴とする。

【0010】

これは、ロータリエンコーダの検出角度に含まれる誤差の周期性に着目したものである。これによれば、予め計測されたロータリエンコーダの検出角度に含まれる誤差に基づいて誤差関数を算出し、該算出された誤差関数に基づいて検出角度を補正する。そのため、偏心及び目盛り盤の傾きを小さくする為のハード面の調整を厳密に行わなくても、上記誤差関数による補正で偏心等による角度誤差、さらには目盛り誤差が取り除かれ、正確な角度を得ることができる。

【0011】

また、誤差の原因が不明な場合であっても誤差の周期の傾向が把握できれば、効率よくその誤差の影響を除去することができ、高い測角精度を得ることができる。また、すべての次数 i ($=1, 2, \dots, N/2$ 又は $(N-1)/2$) の振幅 A_i 及び初期位相 ϕ_i を用いた誤差関数 $E(\theta)$ を記憶手段で記憶する代わりに、1個以上の振幅 $A_{k1}, A_{k2}, \dots, A_{km}$ 及び初期位相 $\phi_{k1}, \phi_{k2}, \dots, \phi_{km}$ ($k1, k2, \dots, km$ は、1から $N/2$ 又は $(N-1)/2$ までの自然数のうちの1個以上の数) を用いた誤差関数 $E(\theta)$ を記憶するようにしても良い。このように、誤差関数の次数を適宜選択することにより、誤差振幅の大きい周期の成分だけを選択することができ、目的精度にあわせて、角度誤差の測定や補正が効率よくできる。

【0012】**【発明の実施の形態】**

図1を参照して、1はインクリメンタル方式のロータリエンコーダであり、回転軸Aに固設されたメインスケール(回転部)2と、回転軸の軸受け(図示しない)に固設され、メインスケール2に光を照射する発光部3と、該発光部3からの光がメインスケール2を透過する位置に固設されたサブスケール4と、メインスケール2及びサブスケール4を透過した発光部3からの光を受光する受光部(

固定部) 5 とを備えている。

【0013】

また、ロータリエンコーダ 1 は、CPU 6 を備え、該 CPU 6 はカウンタ 11 及び波形整形器 12 や A/D 変換器 7 を介して上記受光部 5 に接続されている。該 CPU 6 には、該 CPU 6 の演算結果やロータリエンコーダ 1 の角度等を表示する表示部 (表示手段) 8 と、CPU 6 の制御プログラムや各種データ等を記憶する ROM (記憶手段) 9 とが接続されている。

【0014】

上記メインスケール 2 には、全周に亘って等幅、等間隔の目盛りスリットが設けられており、サブスケール 4 には、メインスケール 2 と同じ幅及び間隔の目盛りスリットが 1ヶ所以上設けられている。また、上記発光部 3 は、発光ダイオード 31、コリメーションレンズ 32 とを備えており、発光ダイオード 31 からの光をコリメーションレンズ 32 で平行光線にして上記メインスケール 2 に照射する。上記受光部 5 は、光電変換素子 (図示しない) を備え、上記発光部 3 からの光がメインスケール 2 及びサブスケール 4 の目盛りスリットを通過するときに形成される明暗パターンに応じて電気信号を出力する。本実施形態では、受光部 5 とサブスケール 4 と発光部 3 とが本体に固定されると共にメインスケール 2 が回転する構成としたが、逆にメインスケール 2 が固定されると共に受光部 5 とサブスケール 4 と発光部 3 とが回転する構成でもよい。

【0015】

また、メインスケール 2 とサブスケール 4 とには、スリット近傍の互いに対応する位置にそれぞれ原点位置目盛り O が 1箇所以上設けられている。このメインスケール 2 とサブスケール 4 との 2つの原点位置目盛り O が対面する位置がメインスケール 2 の原点位置とされ、上記発光部 3 からの光がメインスケール 2 及びサブスケール 4 の 2つの原点位置目盛り O を透過して受光部 5 に受光されたとき、受光部 5 は原点位置信号を CPU 6 に対して出力する。メインスケール 2 の回転角度は、この原点位置を基準に検出される。

【0016】

係るロータリエンコーダの検出角度には誤差が含まれている。従って、誤差補

正することにより精度のよいエンコーダがえられる。誤差の原因には偏心、目盛り盤の傾き等が考えられる。ただし、これらは機械調整することにより小さくできる。しかしながら、目盛り誤差は機械的な調整では小さくすることができず、正確な目盛り盤を作らなければならない。

【0017】

上記ROM9には、CPU6の制御プログラムの他、上記受光部5からの電気信号及び原点位置信号に基づいてCPU6により検出される検出角度 θ と該検出角度 θ に含まれている誤差 $E(\theta)$ との対応関係を表す誤差関数の一般式

【0018】

【数7】

$$E(\theta) = \sum_{i=1}^{N2} A_i \cdot \sin(i\theta + \phi_i)$$

【0019】

が(A_i は振幅、 ϕ_i は初期位相)記憶されている。該誤差関数 $E(\theta)$ は検出角度 θ の周期関数であり、以下に説明する手順で振幅 A_i 及び初期位相 ϕ_i が算出される。 $E(\theta)$ は、フーリエ級数の定数項 A_0 を含んでもよい。ここでは、ロータリエンコーダ1がトータルステーションTの水平角測定用に組み込まれた場合の、角度誤差の補正例について説明する。

【0020】

まず、図2示すように、トータルステーションTの鉛直軸 T_a とポリゴン鏡Pの回転中心軸 P_a を略一致させて結合させ、ポリゴン鏡Pの反射面 P_n ($n=1, 2, \dots, 8$)の測定用にオートコリメータACを配置する。また、説明の便宜上、トータルステーションTが、その鉛直軸に組み込まれたロータリエンコーダEの原点 θ_0 を出力する際に、ポリゴン鏡の反射面Pの第一面 P_1 がオートコリメータACと正対するようにトータルステーションTとポリゴン鏡Pの回転方向を合致させてあるとする。

【0021】

ポリゴン鏡Pの反射面 $P_1 \sim P_8$ が、オートコリメータACと略正対するようにトータルステーションTの鉛直軸を回転させ、それぞれトータルステーションT（ロータリエンコーダ1）の測角値 θ_n とオートコリメータの出力値 δ_n を測定する。

【0 0 2 2】

このとき、ロータリエンコーダEに含まれる角度誤差 $E(\theta_n)$ は、

【0 0 2 3】

【数8】

$$E(\theta_n) = \theta_n - \frac{360^\circ}{N}(n-1) - \delta_n$$

【0 0 2 4】

と表せる。

【0 0 2 5】

このようにして得られた角度誤差 $E(\theta_n)$ を用いて、フーリエ級数展開を行い、誤差関数

【0 0 2 6】

【数9】

$$E(\theta) = \sum_{i=1}^{N/2} A_i \cdot \sin(i\theta + \phi_i)$$

【0 0 2 7】

を得る。

【0 0 2 8】

ここで、ポリゴン鏡Pの第一面 P_1 と反射面 P_n とのなす角 $360^\circ \cdot (n-1) / N$ が、誤差 σ_n を持っている場合は、予めポリゴン鏡Pを校正し、ポリゴン鏡Pの反射面 P_n と第一面 P_1 とのなす角を $360^\circ \cdot (n-1) / N + \sigma_n$ とすることで、高精度にロータリエンコーダEの角度誤差 $E(\theta_n)$ を得ることができる。

【0 0 2 9】

また、予めポリゴン鏡Pを校正できない場合でも、ロータリエンコーダEが原点

θ_0 を出力する際の、オートコリメータCと正対するポリゴン鏡Pの反射面 P_n をそれぞれ替えてN組の測定を行い、測定されたN個の $E(\theta_n)$ の平均を取ることで、ポリゴン鏡Pの反射面 P_n のもつ誤差 σ_n の影響を抑えることができる。

【0030】

次に、ロータリエンコーダ1での測角処理について説明する。

実際には野外測定においてROM9に書き込まれた該誤差関数はトータルステーションで角度計測する時、まずインクリメンタルエンコーダでは、原点の確認をするため最大1回転望遠鏡を回転してから行われる。ロータリエンコーダ1のメインスケール2が回転されると、発光部3からの光がメインスケール2のスリットを透過して受光部5に受光され、該受光部5は光がメインスケール2及びサブスケール4を透過する際に形成される明暗パターンに応じて電気信号を上記カウンタやA/D変換器7に出力する。A/D変換器7は電気信号をアナログ信号からデジタル信号に変換してCPU6に出力する。CPU6は該デジタル信号に基づいて目盛り盤3の回転角度 θ を検出し、さらに、ROM9に記憶されている誤差関数 $E(\theta)$ に該検出角度 θ を代入して検出角度 θ に含まれている誤差 $E(\theta)$ ($E(\theta)$ は正負の値を取る)を求める。そして、検出角度 θ から誤差 $E(\theta)$ を減算した角度 $\theta - E(\theta)$ を上記表示部8で正確な角度値として表示する。

【0031】

なお、本実施の形態ではインクリメンタル方式のロータリーエンコーダについて説明したが、本発明はこれに限られるものではなく、アブソリュート方式のロータリーエンコーダであっても良い。すなわちアブソリュートエンコーダは常に所定の基準位置からの絶対角度を検出するのでこれを使用すれば前述のインクリメンタル方式のエンコーダの原点位置Oを検出した状態と何ら変わらない。

【0032】

また、図3においてコリメータ等(この場合4方向にコリメータC1～C4を設けた)を用いて対回測定(例えばこれらについて3対回測定)を行えば、設置するコリメータの数を調節することにより、測定したい誤差関数の次数*i*を選択することができ、目的の精

度に適合するエンコーダを製造することができる。また、誤差の要因となる次数項を組み合わせることにより目的の精度のエンコーダを製造することができる。

【0033】

また、他の検査方法としてエンコーダ単体で角度誤差の定数を決めるには角度誤差のわかっている基準のエンコーダを基準に前記エンコーダと比較して誤差を測定し、誤差関数の定数を決定できる。

本発明の実施例では測量機に搭載したエンコーダとして説明したが望遠鏡部を着脱できるように構成しておけば望む精度のエンコーダが単体でえられる。

【0034】

【発明の効果】

以上の説明から明らかなように、本発明は、予め計測されたロータリエンコーダの検出角度に含まれる誤差に基づいて誤差関数を算出し、該算出された誤差関数に基づいて検出角度を補正する。そのため、偏心及び目盛り盤の傾きを小さくする為のハード面の調整を厳密に行わなくても、上記誤差関数による補正で偏心等による角度誤差、さらには目盛り誤差が取り除かれ、正確な角度を得ることができる。

【0035】

また、誤差の原因が不明な場合であっても誤差の周期の傾向が把握できれば、効率よくその誤差の影響を除去することができ、高い測角精度を得ることができる。

【0036】

また、誤差関数の次数を選択することにより、目的精度を満足させるための角度誤差の測定や補正が効率よくでき、また、ファームウェアで角度誤差の大きなテーブルを持たなくて済む利点がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】 従来のインクリメンタルエンコーダを示す斜視図

【図2】 ポリゴン鏡とオートコリメータによる検査システムを示す平面図

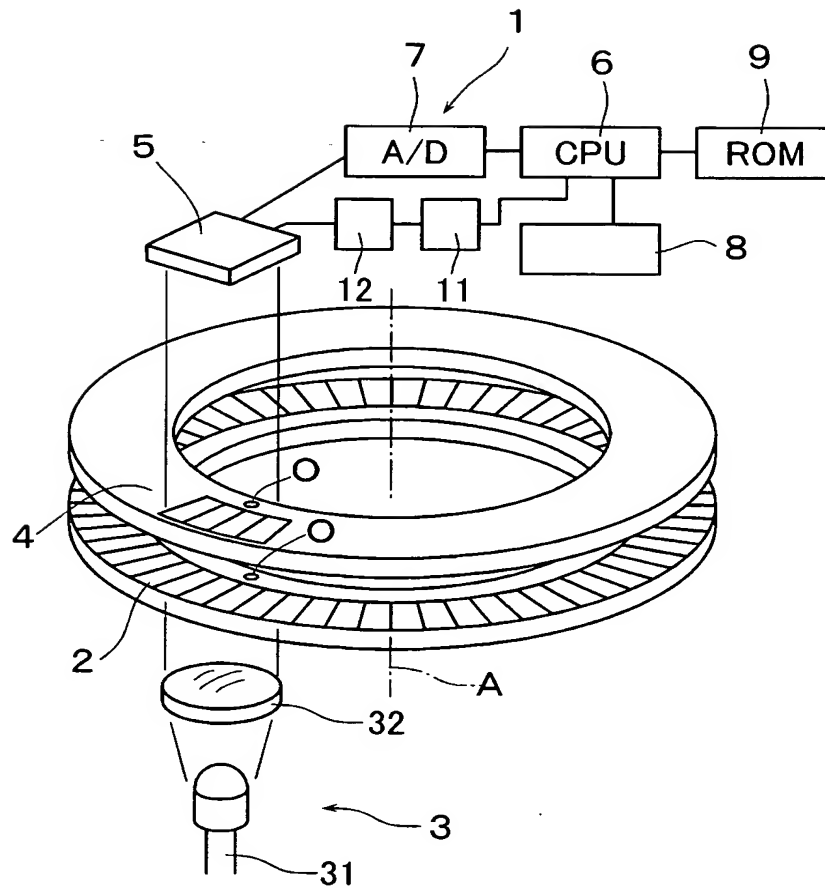
【図3】 角度誤差の検査システムを示す平面図

【符号の説明】

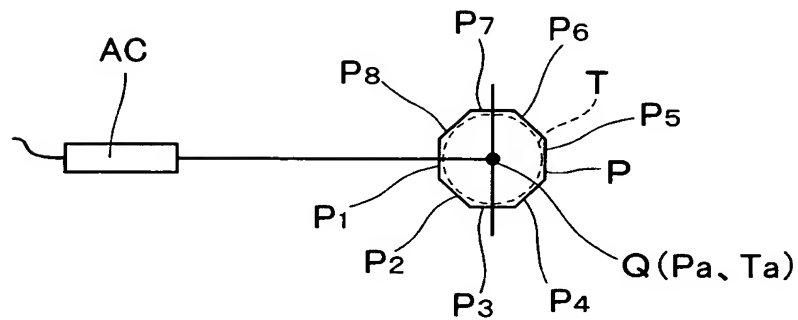
- 2 メインスケール（回転部）
- 3 発光部
- 4 サブスケール
- 5 受光部

【書類名】 図面

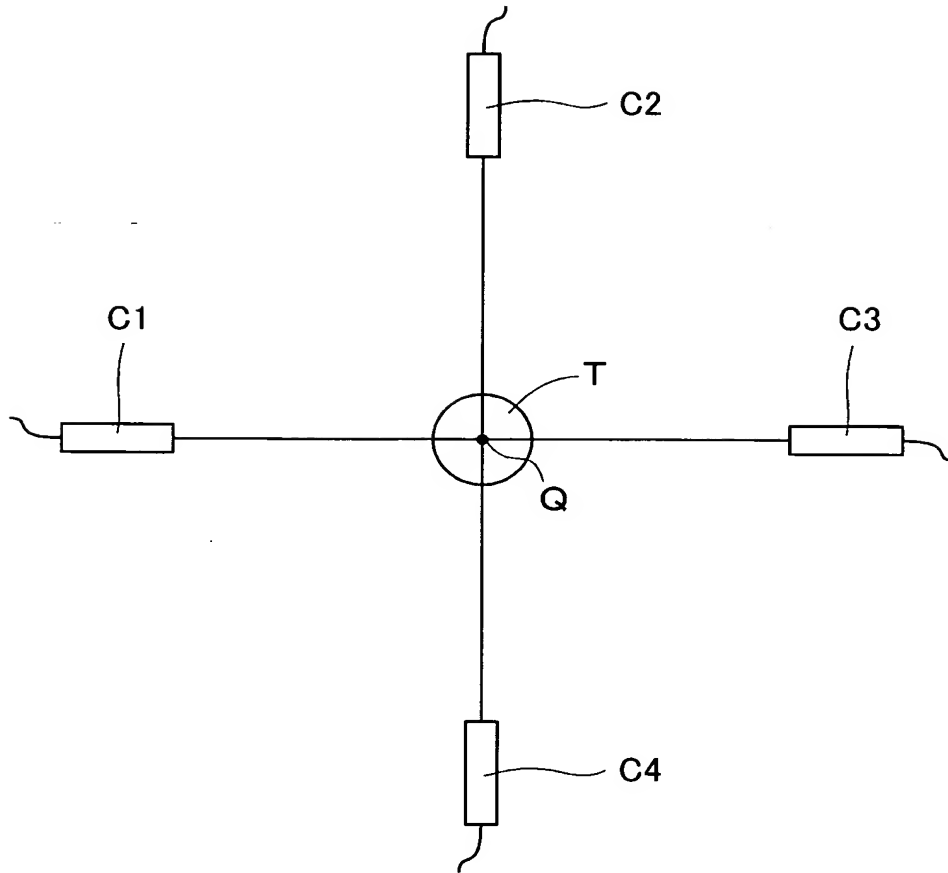
【図 1】



【図 2】



【図 3】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ハード面の調整を厳密に行わなくても測角値から偏心誤差等の角度誤差を取り除くことができ、さらに、目盛り誤差をも取り除くことができるロータリエンコーダを提供すること。

【解決手段】 予め、回転部 2 の回転角度の検出と、その検出角度 θ に含まれる誤差 $E(\theta_n)$ の計測をしておき、これらの値に基づいて検出角度 θ の周期関数で表される誤差関数 $E(\theta)$ を算出し、該算出された誤差 $E(\theta)$ の周期関数を記憶する記憶手段を設け、検出角度 θ から誤差関数 $E(\theta)$ に検出角度 θ を代入した値を引いた角度を表示手段 7 で表示する。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 2 - 3 5 6 5 9 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 1 4 8 6 2 3]

1. 変更年月日 1 9 9 2 年 1 月 1 7 日
 [変更理由] 名称変更
 住 所 東京都渋谷区富ヶ谷 1 丁目 1 番 1 号
 氏 名 株式会社ソキア

2. 変更年月日 2 0 0 2 年 7 月 1 1 日
 [変更理由] 住所変更
 住 所 神奈川県厚木市長谷 2 6 0 番地 6 3
 氏 名 株式会社ソキア